

\~15~

PAT-NO: JP02005073333A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2005073333 A

TITLE: AC SERVO MOTOR, ACTUATOR INTEGRAL WITH REDUCTION GEAR
USING THE SAME, AND ROBOTIC DEVICE

PUBN-DATE: March 17, 2005

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOMINAGA, RYUICHIRO	N/A
KIMURA, KAORU	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
YASKAWA ELECTRIC CORP	N/A

APPL-NO: JP2003297436

APPL-DATE: August 21, 2003

INT-CL (IPC): H02K011/00, H02K021/14 , B25J019/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an AC servo motor, along with an actuator integral with a reduction gear using the same and a robotic device, capable of using a servo motor near the limit of temperature rising for operation state display of the servo motor and diagnosis of abnormality of the motor.

SOLUTION: The AC servo motor comprises a stator core and a rotor core, arranged concentrically with a prescribed gap, with the stator core provided with an armature coil and the rotor core provided with a field permanent magnet. The AC servo motor incorporates a plurality of temperature detecting means 11 and comprises a storage means 23 for storing the temperature distribution of a motor at nominal operation, the temperature distribution under an excessive load, and the temperature distribution when a failure occurs, and an operation state judging means 24a which decides the operating state of the motor, by comparing the detected temperature by the temperature detecting means 11 with the temperature distribution information stored in the

storage means 23 for temperature distribution.

COPYRIGHT: (C)2005,JPO&NCIPI

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

同心状に所定の空隙をもって配置した固定子鉄心と回転子鉄心より構成され、前記固定子鉄心に電機子巻線を備え、前記回転子鉄心には界磁永久磁石を備えて成る A C サーボモータにおいて、

該 A C サーボモータ内部に設けられた複数の温度検出手段と、定格運転時のモータの温度分布および過負荷時の温度分布および故障発生時の温度分布を記憶する記憶手段と、前記温度検出手段による検出温度と前記温度分布の記憶手段に記憶された温度分布情報を比較し、モータの運転状態を判断する運転状態判定手段と、を備えたことを特徴とする A C サーボモータ。

10

【請求項 2】

前記複数の温度検出手段は、電機子巻線、位置（角度）検出部、または軸受の、それぞれ近傍に設けたことを特徴とする請求項 1 記載の A C サーボモータ。

【請求項 3】

前記運転状態判定手段の判定結果を表示する表示器を備えたことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の A C サーボモータ。

【請求項 4】

前記温度検出手段による検出温度と前記温度分布記憶手段による温度分布情報からモータの界磁永久磁石の温度を推定し、温度推定結果に基づきサーボゲインを自動調整する手段を設けたことを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項記載の A C サーボモータ。

20

【請求項 5】

請求項 1～4 のいずれか 1 項記載の A C サーボモータと、前記 A C サーボモータと一体に組み込まれる減速機を有し、前記減速機の近傍と該モータの軸受の近傍の少なくともいずれか一方に温度検出手段を設けたことを特徴とする減速機一体形アクチュエータ。

【請求項 6】

請求項 5 記載の減速機一体形アクチュエータと、これによって駆動されるマニピュレータを有することを特徴とするロボット装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、ロボット装置に用いられるマニピュレータの関節などを駆動する A C サーボモータに関するもので、特に温度センサを内蔵した A C サーボモータおよびこれを用いた減速機一体形アクチュエータならびにロボット装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、A C サーボモータにおいて、モータとサーボドライバを保護するため、予めモータの温度を検出し、検出温度が基準温度からずれたとき何らかの対策を講じることは行われていた（例えば、特許文献 1 および 2 参照）。

【特許文献 1】特開 2001-150200 号公報

【特許文献 2】特開 2001-130432 号公報

40

【0003】

特許文献 1 に開示された技術によれば、直動型プレスに用いられる電動サーボモータでは、予めモータの過負荷異常温度よりも所定値低い目標温度を設定する工程と、スライドモーションに基づくスライド駆動時に、電動サーボモータの温度を検出し、この検出温度に基づくモータ温度と前記目標温度とを比較する比較工程と、モータ温度が目標温度より低い時には、予め設定したスライドモーションの上限停止時間でスライドを制御し、モータ温度が目標温度を超えた時には予め設定した上限停止時間よりも所定時間だけ延長した上限停止時間でスライドを制御する制御工程とを有し、前記比較工程と制御工程とを繰り返してサーボモータの上限停止時間を制御し、スライドを連続運転している。

また、特許文献 2 に開示された技術によれば、電動パワーステアリング装置に使用され

50

る電動モータでは、コントロールユニットのモータ駆動部に取付けられた温度センサに基いてモータ電流を制限する機能と、イグニションスイッチを投入した際の前記コントロールユニットの温度をモータの初期温度として、前記初期温度に、前記モータ電流に基いて算出した上昇温度を加算してモータ推定温度とし、前記モータ推定温度に基いて前記モータ電流を制限する機能とを具備した電動パワーステアリング装置において、前記温度センサが故障と判断された時、前記コントロールユニット又はモータの連続定格電流の小さい方を最大値とする故障発生時のアシスト特性に基いて、前記モータに対する電流出力を行うものである。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

特許文献1記載の発明は、モータ内部に温度検出手段を有し、規定温度以上となった場合、モータの駆動時間を低減するものである。

さらに、特許文献2記載の発明は、コントロールユニットのモータ駆動部に取付けられた温度センサが故障と判断されたとき、前記コントロールユニットまたはモータの連続定格電流の小さい方を最大値とする故障発生時のアシスト特性に基づいて、前記モータに対する電流出力を行うため、温度センサが異常かどうかの判断は可能であるが、モータそのものの温度上昇が過負荷によるものかモータ本体の異常によるものか判断することができず、たとえば軸受に異常がある場合、軸受が完全に破壊し、モータが過負荷エラーで停止するまで異常を検出できない。

20

また、従来のACサーボモータでは、印加電流と通電時間から温度を推定し、実際の温度を測定していないため、過負荷特性に安全率を考慮しておく必要がある。このため、モータやドライバを限界付近で使用することができないという問題があった。

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、モータやドライバを限界付近で使用でき、モータ温度が規定値を上回った場合、温度上昇が過負荷によるものか、モータ本体の異常によるものかを判断でき、モータの異常を検出した場合、モータを停止することなく状態を把握できるACサーボモータおよびこれを用いた減速機一体形アクチュエータならびにロボット装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

30

上記問題を解決するため、請求項1記載のACサーボモータの発明は、同心状に所定の空隙をもって配置した固定子鉄心と回転子鉄心より構成され、前記固定子鉄心に電機子巻線を備え、前記回転子鉄心には界磁永久磁石を備えて成るACサーボモータにおいて、該ACサーボモータ内部に設けられた複数の温度検出手段と、定格運転時のモータの温度分布および過負荷時の温度分布および故障発生時の温度分布を記憶する記憶手段と、前記温度検出手段による検出温度と前記温度分布の記憶手段に記憶された温度分布情報を比較し、モータの運転状態を判断する運転状態判定手段と、を備えたことを特徴とする。

請求項2記載の発明は、請求項1記載のACサーボモータにおいて、前記複数の温度検出手段を、電機子巻線、位置（角度）検出部、または軸受の、それぞれ近傍に設けたことを特徴とする。

40

請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載のACサーボモータにおいて、前記運転状態判定手段の判定結果を表示する表示器を備えたことを特徴とする。

請求項4記載の発明は、請求項1～3のいずれか1項記載のACサーボモータにおいて、前記温度検出手段による検出温度と前記温度分布記憶手段による温度分布情報からモータの界磁永久磁石の温度を推定し、温度推定結果に基づきサーボゲインを自動調整する手段を設けたことを特徴とする。

請求項5記載の減速機一体形アクチュエータの発明は、請求項1～4のいずれか1項記載のACサーボモータと、前記ACサーボモータと一体に組み込まれる減速機を有し、前記減速機の近傍と該モータの軸受の近傍の少なくともいずれか一方に温度検出手段を設けたことを特徴とする。

50

請求項6記載のロボット装置の発明は、請求項5記載の減速機一体形アクチュエータと、これによって駆動されるマニピュレータを有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0006】

以上の構成によれば、運転状態判定手段により、温度検出手段により測定した、モータ内部の主要箇所の温度分布と、温度分布記憶手段に記憶された温度分布を比較することで運転状態やモータの異常診断をすることができるACサーボモータおよびこれを用いた減速機一体形アクチュエータならびにロボット装置が得られる。

また、界磁永久磁石の推定温度よりトルク定数を推定し、最適なサーボゲインを設定することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

以下、本発明の実施の形態について図を参照して説明する。

【実施例1】

【0008】

図1は、本発明のACサーボモータの側断面図である。本実施例は角度検出器に磁気センサを用い、モータと一体にブレーキとハーモニック減速機を組込んだ、減速機一体形のACサーボモータの一例である。

図において、1は固定子鉄心、2は電機子巻線、3はフレーム、4は永久磁石、5はブレーキディスク、6はアーマチュア、7はブレーキコイル、8はフィールド、9はコイルばね、10群(100, 101)は磁気センサ、11群(110, 111, 112, 113)はサーミスタ、12群(120, 121)は軸受、13はシャフト、14は回転子鉄心、15はセンサホルダ、16はヘッドヨーク部、17はウェーブジェネレータ、18はフレックスプライン、19はサーキュラスプライン、20は出力軸、21はサーミスタホルダとなっている。

20

固定子鉄心1はケイ素鋼板を積層したもので、その内周には複数の電機子巻線2が図示しない絶縁層を介して、円周方向に等間隔に配置されており、所定の起磁力分布を構成するように結線した後、樹脂モールドされ固定子鉄心1に固着される。固定子鉄心1とフレーム3は焼バメ又は接着により固定されている。

電機子巻線2は通電により発熱し、その熱は固定子鉄心1を通してフレーム3に伝達されるため、フレーム3の材質としてはアルミニウムなどの高熱伝達率物質が望ましい。本実施例ではフレーム3をアルミニウムで構成している。

30

【0009】

電機子巻線2の内周には空隙を介して永久磁石4が対向している。永久磁石4はリング形状の磁石で所定の極数となるよう着磁されており、軟磁性材料で構成されたカップ状の回転子鉄心14の外周に接着固定される。

回転子鉄心14はシャフト13と同心に固定され、シャフト13は軸受A121、軸受B122により出力軸20に回転自在に支持される。

シャフト13の出力軸側外周にはウェーブジェネレータ17が取付けられ、フレックスプライン18を挟んで、サーキュラスプライン19を配置している。サーキュラスプライン19は出力軸20と図示しないネジで締結されている。

40

回転子鉄心14の反出力軸側にはセンサホルダ15を介して磁気センサの界磁側101が固定される。磁気センサ10は2極に着磁された界磁部101と磁界を検出するMR素子を配置した感磁部102からなる。

感磁部102にはMR素子が機械角90度毎に4つ配置され、モータ部内周に配置した無励磁作動ブレーキのフィールド8と一体に構成されたヘッドヨーク部16の外周に接着固定される。

【0010】

次に、ブレーキについて説明する。

モータの回転子鉄心14と空隙を介してブレーキのフィールド8が同心にフレーム3に

50

固着されている。フィールド8は同心の溝を有した円筒形状もので、軟磁性材料で構成されている。ブレーキコイル7は、フィールド8の溝に樹脂モールド等により固着される。フィールド8の内周にはブレーキディスク5を回転子鉄心14に押付けるため、コイルばね9が配置されている。ブレーキディスク5とアーマチュア6は互いに固着されており、アーマチュア6は図示しない摺動機構により軸方向に自在に摺動する。

温度検出手段として、モータ内には4つのサーミスタ110、111、112、113を内蔵している。

(1) サーミスタ110は電機子巻線のコイルエンドに図示しない樹脂モールドにより電機子巻線と一体に固定される。

(2) サーミスタ111はヘッドヨーク部16の磁気センサ感磁部112近傍に接着固定されている。 10

(3) サーミスタ112および113はサーミスタホルダ21によりそれぞれウェーブジェネレータ17の近傍および軸受12の近傍に固定される。サーミスタの信号は図示しない信号ケーブルによりサーボコントローラに接続されている。

【0011】

図2は本発明の第1実施例を示す制御構成ブロック図である。

図において、10は磁気センサ、11はサーミスタ、22は指令器、23は温度分布記憶手段、24は制御器、25は電流アンプ、26は表示器で、制御器24には運転状態判定手段24aが設けられている。

制御器24には指令器23からの位置指令、サーミスタ11群(110、111、112、113(図1))からの温度信号、磁気センサ10群(100、101(図1))からの位置信号が入力される。 20

制御器24は指令器23から任意の位置指令が与えられると、位置信号との偏差に応じて電流指令を演算し電流アンプ25に電流指令を出力する。電流アンプ25から電流指令に応じた位相、振幅の電流をモータ26に通電することで、モータ26は所定の位置まで回転する。

本発明が特許文献1と異なるのは、モータの温度分布記憶手段23とモータの温度分布を測定する複数の温度検出手段(サーミスタ11群)とモータの運転状態を判断する運転状態判定手段24aを備えたことである。

また、本発明が特許文献2と異なるのは、モータの温度分布記憶手段23とモータの運転状態を判断する運転状態判定手段24aを備えたことである。 30

本実施例では、モータの電機子巻線2(110)、磁気センサ101、102(111)、ウェーブジェネレータ17(112)、軸受120、121(113)に温度検出手段としてサーミスタ110~113を設けるとともに、正常運転時のモータの温度分布、過負荷時の温度分布および故障発生時の温度分布を記憶したEPRMで構成されるモータの温度分布記憶手段23をサーボアンプ25の制御基板上に備え、制御基板上のCPU(制御器)24を用いて、サーミスタ110~113による検出温度とEPRMに記憶された温度分布情報からモータの運転状態を運転状態判定手段24aで判定している。

【0012】

次に、運転状態判定手段24aについて説明する。 40

(1) モータ26に加わる実効トルクが定格トルクを上回る場合、電機子電流が増加するため、正常時に比べてサーミスタ110(電機子巻線2の温度検知用)の温度が高くなる。そこで、サーミスタ110の温度信号と温度分布記憶手段23により記憶されている温度分布を制御器24に内蔵された運転状態判定手段24aにより比較することで、過負荷状態であると判定され、表示器26に運転状態が表示される。

(2) 軸受12が故障の場合、サーミスタ113(軸受120、121の温度検知用)の温度が高くなり、軸受負荷の増加に伴いサーミスタ110(電機子巻線2の温度検知用)の温度も上昇する。過負荷の場合と同様に、サーミスタ11の温度信号と温度分布記憶手段23により記憶されている温度分布を制御器24に内蔵された運転状態判定手段24aにより比較することで、軸受の異常と判定され、表示器26に運転状態が表示される。 50

(3) 磁気センサ 101, 102 が故障するのは高温過熱の場合が多いので、サーミスタ 111 (磁気センサの温度検知用) でこれをいち早く検知し、サーミスタ 111 の温度信号と温度分布記憶手段 23 により記憶されている温度分布を制御器 24 に内蔵された運転状態判定手段 24a により比較することで、磁気センサがこのままでは故障する虞があると判定され、表示器 26 にその旨が表示される。

(4) ウェーブジェネレータ 17 のベアリングが故障した場合、サーミスタ 112 (ウェーブジェネレータの温度検知用) でこれをいち早く検知し、サーミスタ 112 の温度信号と温度分布記憶手段 23 により記憶されている温度分布を制御器 24 に内蔵された運転状態判定手段 24a により比較することで、ウェーブジェネレータ 17 が故障した虞があると判定され、表示器 26 にその旨が表示される。

10

以上のように、本発明の第 1 実施例によれば、モータの温度分布を測定する複数の温度検出手段 (サーミスタ 11 群) とモータの運転状態を判断する運転状態判定手段 24a を備えたことにより、種々の運転状態判定をオペレータは表示器 26 から知ることができ、温度上昇限界付近でサーボモータを使用でき、サーボモータの運転状態表示やモータの異常診断をすることができる。

【実施例 2】

【0013】

図 3 は第 2 実施例の制御構成を示すブロック図である。

図において、10 は磁気センサ、11 はサーミスタ、22 は指令器、23 は温度分布記憶手段、24 は制御器、25 は電流アンプ、26 は表示器で、制御器 24 には運転状態判定手段 24a の他に第 2 実施例によりサーボゲイン調整手段 24b が設けられている。

20

本発明の第 2 実施例によれば、サーミスタ 11 群による検出温度と温度分布記憶手段 23 に記憶された温度分布から制御器 24 で永久磁石 4 の温度を推定し、この温度推定結果に基づき制御器 24 に内蔵されたサーボゲイン調整手段 24b によりゲインを自動調整するものである。サーボゲイン調整手段 24b 内には、永久磁石の温度対サーボゲインのテーブル又は関係式を備えていて、検出された永久磁石の温度に応じて最適にサーボゲインを求めて、サーボゲイン調整手段 24b はこれにそうように自動調整する。

このように、第 2 実施例によれば、永久磁石の推定温度よりトルク定数を推定し、最適なサーボゲインを設定することができるようになる。

【0014】

30

以上のように、運転状態表示やモータの異常診断をすることによって運転中でもサーボモータの状態を把握でき、保守点検が容易となる。

また、温度上昇限界付近で使用できるので、許容損失を高くでき、モータを小形化できるため、小形、高信頼性が要求されるロボット装置のマニピュレータあるいは半導体製造装置の駆動用途にも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図 1】 本発明の実施例を示す AC サーボモータの側断面図

【図 2】 本発明の第 1 実施例を示す制御構成ブロック図

【図 3】 本発明の第 2 実施例を示す制御構成ブロック図

40

【符号の説明】

【0016】

- 1 固定子鉄心
- 2 電機子巻線
- 3 フレーム
- 4 永久磁石
- 5 ブレーキディスク
- 6 アーマチュア
- 7 ブレーキコイル
- 8 フィールド

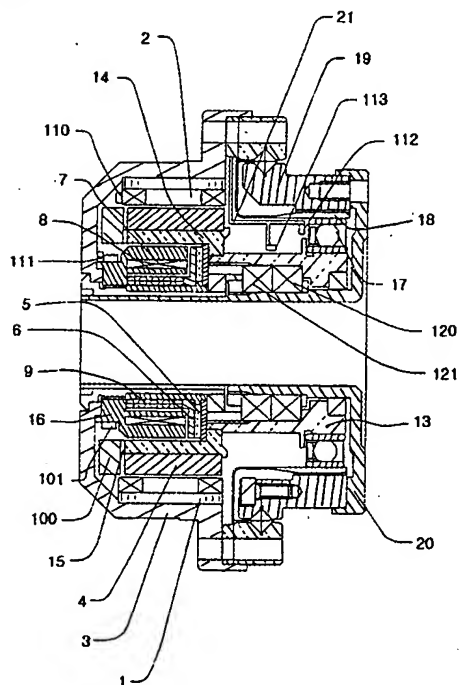
50

- 9 コイルばね
- 10 磁気センサ
- 11 サーミスタ
- 12 軸受
- 13 シャフト
- 14 回転子鉄心
- 15 センサホルダ
- 16 ヘッドヨーク部
- 17 ウェーブジェネレータ
- 18 フレックスプライン
- 19 サーキュラспライン
- 20 出力軸
- 21 サーミスタホルダ
- 22 指令器
- 23 温度分布記憶手段
- 24 制御器
 - 24 a 運転状態判定手段
 - 24 b サーボゲイン調整手段
- 25 電流アンプ
- 26 表示器

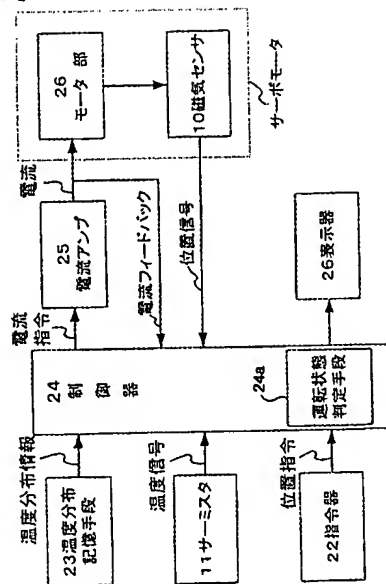
10

20

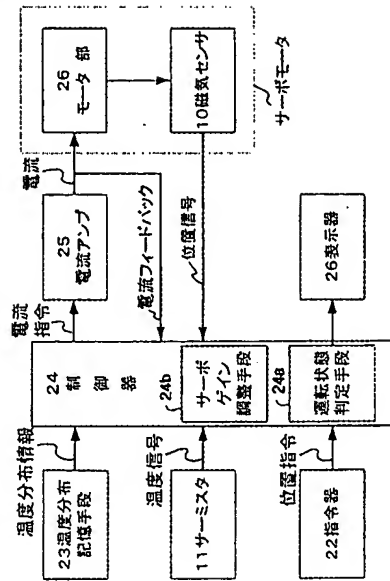
【図 1】



【図 2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 富永 竜一郎

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内

(72)発明者 木村 豊

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内

F ターム(参考) 3C007 HS27 HT26 LV21 LV24 MS15

5H611 AA01 AA03 BB01 BB07 PP02 PP03 QQ03 QQ04 RR02 UA02

UA05

5H621 CA01 HH01 JK14